فى المنطقه النابضه فإن ظروف درجة الحراره والضغط فى طبقات النجم الخارجيه تكون بحيث تزداد قابلية مادته للإمتصاص فى خلال الإنكماش أثناء الأرجحه . وبذلك يتم إمتصاص طاقه الإشعاع بدرجة أكبر فيعلو كل من الضغط ودرجة الحراره وتتباعد أجزاء النجم عن بعضها . أما فى خلال مرحلة التمدد فإن القدره على الإمتصاص تقل ويتم إشعاع طاقة أكبر إلى الخارج فتبرد الأجزاء الداخليه ويقل بذلك الضغط وينكمش النجم . وعلى كل فإن التبديل فى القدره على الإمتصاص يحتفظ بنبض غير مخمد للنجم .

نجوم - Z - الزرافه

Z - Cameloparadies stars

هى مجموعه من النجوم المتغيره ، تشابه فى لمعانها وأطيافها ← نجوم - U - التوأمين . وتختلف نجوم - Z -الزرافه عن هذه النجوم أساسا بسبب ما يحدث فيها من توقف التأرجح اللمعانى . أى أن نجوم - Z - الزرافه تظل وقتا طويلا على لمعان متوسط .

نجوم الزمن

time stars
étoiles horaire *(pf)*
Zeitsterne *(pm)*

هى نجوم تم إختيارها بالقرب من خط الإستواء السماوى ومعروف مطلعها المستقيم بدقه بالغه ؛ ستعمل فى غرض تعيين الزمن بالطريقه الفلكيه (← الزمن)

نجوم زيتا التوأمين

Zeta Geminorium stars

هى إحدى مجموعات ← نجوم دلتا قيفاوى .

النجوم السبعه

Seven stars, Pleiaden

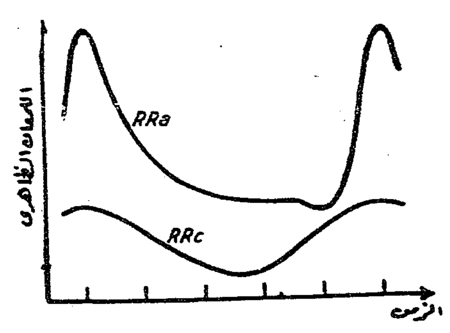
هى نجوم ← الثريا

نجوم - RR - السلياق

RR - Lyrae stars

هى نجوم منتظمة فى تغيير لمعانها ودورة التغيير فيها أقصر من ١ر٥ يوم . ومعظم هذه النجوم لها دوره أقصر من يوم واحد ، بينما حوالى ٦٦٪ منها لها دورات من ٤ر٠ إلى ٦ر٠ يوم . وفى المتوسط يبلغ مقدار التغيير الضوئى قدرا واحدا . تحدث فى بعض هذه النجوم تغييرات دوريه فى شكل المنحنى الضوئى وفى دورة تغييره تسمى **بظاهرة بلاشكو** . وفى حالة النجم - RR - السلياق نفسه (الممثل النمطى لهذه النجوم) يحدث تغيير فى اللمعان من ٨ر٠ إلى ٢ر١ قدرا . ويرجع التغيير الضوئى إلى نبض النجم . وفى اثناء الزياده والنقص المنتظمين فى قطر النجم توجد سرعات تصل حتى ٦٠ كم/ ث . وعلى حسب شكل المنحنى الضوئى يتم التمييز بين ثلاثة أنواع لهذه المتغيرات : ففى نجوم RRa السلياق يتم الصعود إلى القمه أسرع بكثير من الهبوط إلى القاع . وفى نجوم RRc السلياق يستغرق كل من الصعود والهبوط زمنين متساويين . وبين هذين النوعين توجد نجوم- RRb - السلياق (الشكل) . ولما كان النوعان ، b متشابهين إلى حد كبير كما أن معظم النجوم يشاهد لها أشكالا متبدله للمنحنى الضوئى ؛ مره a ومره b فإن هذين النوعين يسميان معا بنجوم RRab السلياق وتوجد فى بعض الأحيان سواءا فى الفرع الصاعد أو النازل من المنحنى الضوئى إرتفاعات أو إنخفاضات .

تنتمى نجوم - RR السلياق إلى العمالقه من



كركوى المنحنى الضوئى لنوعين فرعيين من نجوم RR السلياق .

النجوم ، على أساس أن غالبية أنواعها الطيفيه A ونادرا F ولمعانها المطلق حوالى + ٥ر٠ قدر . إلا أن بعض هذه المتغيرات له لمعان مطلق أقل من ذلك . وعن موقع نجوم RR السلياق فى شكل هرتز سبرنج – رسل ؛ ← المتغيرات ، الشكل . ولا توجد علاقة بين زمن التغيير الضوئى لنجوم RR السلياق وبين قوة إشعاعها ويدل شيوع نجوم RR السلياق بكثرة فى الحشود النجوميه الكرويه ، والذى يرجع إليه تسميتها أحيانا بالمتغيرات الحشديه ، بالإضافه إلى عدم إنتظام توزيعها فى السماء وسرعاتها الكبيره بالنسبه للشمس على تبعية هذه النجوم إلى الجمهره II .

النجوم الشارده

Runaway stars

هى نجوم من النوع الطيفى O أو B لها سرعات فضائيه عاليه ؛ فتتراوح السرعات الخطيه المقاسه بين ٣٠ ، ١٠٠ كم/ث . والنجوم الشارده تنتمى على خلاف العاديات إلى الجمهرة الأولى المتطرفه . ومن المحتمل أن تكون النجوم الشارده قد نشأت فى تجمعات ثم أخذت بعد ذلك فى الإبتعاد بسرعات عاليه نسبيا . ومن الممكن أيضا أن تكون هذه النجوم عباره عن أعضاء سابقين فى مزدوجات نجوميه فقدت المركبه الأخرى فيها أجزاء كبيره من كتلتها أثناء إنفجار سوبر نوفا لدرجة لم تعد غير قادرة على الإحتفاظ بالنجم الشارد فى مداره .

النجوم الشواذ

Peculiar stars

هى نجوم ذات مميزات خاصه لا يمكن تعليلها عن طريق التقسيم الطيفى . ويتم تمييز مثل هذه النجوم بحرف p صغير يوضع بعد النوع الطيفى للنجم (إلى اليمين) .

نجوم W العذراء

W - Virginis Stars

هى إحدى مجموعات ← نجوم – دلتا – قيفاوى .

نجوم – RW – العناز

RW - Aurigae stars

هى متغيرات نجوميه يكون فيها تغيير اللمعان غير منتظم كلية وفجائى الحدوث ومقداره من ١ إلى ٤ أقدار . ومن ناحية أخرى يمكن أن يظل اللمعان ثابتا لأسابيع بطولها ؛ فتبدو حالة الإستقرار هذه غير مرتبطه بموقع معين من المنحنى .

ولاتزال أسباب التغيير الضوئى غير معروفه حتى الآن . وتبعا لنوعها الطيفى فإن هذه النجوم تنتمى إلى نجوم – B حتى – M ، وتتميز أطيافها بوجود خطوط إنبعاث . وهذه النجوم عباره عن نجوم من التتابع الرئيسى تتواجد بكثره فى أو بالقرب من سحب غاز ما بين النجوم (السدم المجريه) . ولذلك تسمى نجوم –RW– العناز أحيانا **بالمتغيرات السديميه** . ومن غير المعروف وجود أى تأثير لقربها من السدم طالما أن مثلاتها النمطيه ، مثل النجم RW العناز نفسه ، موجوده فى مكان خالى من السدم . ويفترض عموما بأن هذه النجوم ونجوم – T – الثور ، التى تنطوى أحيانا تحت هذه النجوم ، عباره عن نجوم حديثه النشأه . ومن الممكن أن تكون نجوم T الثور مازالت فى مرحلة الإنكماش ، فوقعها فى شكل هرتزسبرنج – رسل أعلى من التتابع الرئيسى .

نجوم القِلاَّص

Hyades

هى حشد نجومى يرى بالعين المجرده بجوار النجم α – الثور (الدبران) ويبلغ قطر الحشد ٤ بارسك ، والمسافه بيننا وبينه حوالى ٤٠ بارسك . وأحيانا يعتبر القلاص ، بسبب تساوى سرعات نجومه فى الفضاء ، واحدا من ← الحشود المتحركه (أنظر الشكل هناك) وتحت إسم **مجموعة القلاص** أو **تيار الثور** تسمى تلك النجوم التى تنتمى إلى الحشدين ناحية حركتها وليس بسبب موقعها على الكره السماويه . وتشمل مجموعة القلاص نحو ٣٥٠ نجما تتحرك معا بسرعة ٣٢ كم/ث .

نجوم ـ UV ـ قيطس

UV -Cetei stars

هى تسمية أخرى ← للنجوم المتاججه .

نجوم الكربون

carbon strs

هى نجوم النوعين الطيفيين R ، N يظهر فيها بوضوح مركبات الكربون مثل جزئيات السيانوجين .

نجوم الليثيوم

Lithium stars

← شيوع العناصر الكيماويه .

النجوم المتأججه وتسمى أيضا نجوم ـ UV ـ قيطس

Flare Stars

وهى نجوم متغيره اللمعان يكون فيها تأرجح اللمعان فى فترات غير منتظمه وفجائيا . ويمكن أن يصل التارجح إلى ٦ أقدار . ويبلغ اللمعان الأقصى خلال بضع ثوانى كما يتطلب النزول إلى اللمعان العادى فترة قصيره أيضا ، حوالى ٣٠ دقيقه . ويمكن أن تكمن أسباب زيادة اللمعان راجعة إلى ظواهر شبيهه بما يحدث أثناء الإضطرابات الشمسيه . يدل على ذلك العلاقه الوطيده بين تأرجح شدة الضوء فى كل من النطاق البصرى والراديوى من الطيف ، الشئ الذى يلاحظ فى بعض النجوم المتأججه مثل **نجوم UV قيطس** التسميه الأخرى لهذه النجوم . وتنتمى النجوم المتاججه إلى الأنواع الطيفيه المتأخره . كما ينتمى أيضا إلى هذه النجوم أقرب نجم إلى الشمس ، نجم الأقرب القنطورى .

النجوم المتغيرة

variable stars

étoiles variables *(pf)*

veränderliche Sterne *(pm)*

هى نجوم ثوابت بتغير لمعانها مع الزمن بشدة ولما كان الدليل على تغير اللمعان يعتمد على حساسية مُستقبل الإشعاع (العين أو اللوح الفوتوغرافى أو الخليه الضوئية) ، فإن الفرق بين كل من اللمعان المتغير واللمعان الثابت وبالتالى بين كل من النجم العادى والمتغير ليس واضح التحديد تماما وفى حالة المتغيرات الطيفية يكون النجم متغيرا إذا لم يظل اللمعان الكلى ثابتا أو قليل التغيير ، وإن كانت شدة أحد أو عدد من الخطوط الطيفيه تتعرض لترنحات مع الزمن

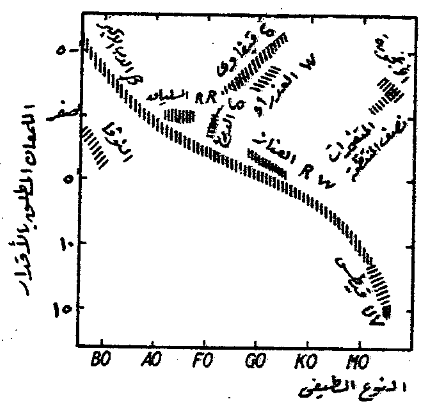
إن القطع بما إذا كان نجم ما يتغير حقيقة أم لا ، يمكن الوصول إليه أحيانا بعد أعوام طويلة على سبيل المثال فى المتغيرات طويلة الدوره . وفى خلال هذا الوقت لابد من متابعة لمعان النجم عن طريق القياسات الدائمة . والهدف من ذلك هو إستخراج المنحنى الضوئى ، ومنه نحصل على مقدار التغيير الضوئى ؛ علاوة على ذلك فإن المنحنى الضوئى هو الخاصية الأساسية لتقسيم المتغيرات . ونحصل على المنحنى الضوئى فى أبسط الحالات بالطريقة البصرية بمساعدة طريقة ← التقدير السُلّمى ، التى تطبق بنجاح أيضا فى إستنتاجات الصور الفوتوغرافية وأدق شئ هو أن يقاس التغيير الضوئى بطرق كهروضوئية (← فوتومترى) . بهذه الطريقة أمكن قياس تغيير فى اللمعان من بضع ١٠ر٠ قدرا . يصل العدد الكلى للنجوم أكيدة التغيير ، أى المعروف لها عناصر التغيير الضوئى : المقدار والدورة ووقت حدوث أقصى لمعان أو أقل لمعان محدد وكذلك خصائص التقسيم الأخرى ، إلى حوالى ٢٠٠٠٠ نجما وهو دائم الزيادة .

التقسيم : يتم تصنيف المتغيرات إلى أقسام تستند على مظهر المنحنى الضوئى . وقد إتضح ضرورة إستخدام خواص أخرى للنجوم فى التقسيم ، وذلك عندما تتماثل عناصر قسم معين مع بعضها فيزيائيا وتختلف مع قسم آخر . ومن الخصائص الإضافية الأساسية : اللمعان المطلق والنوع الطيفى أى الموقع فى ← شكل هرتز سبرنج ـ رسل ، ظروف الحركة والوضع فى داخل مجموعة سكة التبانة . ولما كنا نعرف طيف حوالى ٢٥٪ فقط من كل المتغيرات ، لذلك لابد لنا كثير من الإعتماد على مظهر المنحنى الضوئى وحده .

وتزداد صعوبة التقسيم أيضا بسبب عدم المعرفة الدقيقة بنظرية المتغيرات (إنظر بعده) وبالتالى للأسباب الفيزيائية فى التغيير الضوئى للأنواع العديدة . وتختار أسماء النجوم ذات الخواص النمطية كأسماء للأقسام المختلفة .

يتم تقسيم المتغيرات أساسا فى مجموعتين كبيرتين هما المتغيرات العضوية والمتغيرات البصرية . **والمتغيرات العضوية** أو **المتغيرات الذاتية** عبارة عن نجوم يحدث تغييرها الضوئى بفعل تغييرات فى قوة الإشعاع مع الزمن ، على أن يشمل التغيير نصف القطر ودرجة الحرارة الفعالة و (أو) الطيف . أما **المتغيرات البصرية** فلها أبعاد ثابتة وهى عبارة عن نجوم مزدوجة يحدث التغيير فى ضوئها إما بواسطة الكسوف الدورى من أحد النجمين للأخر (← المتغيرات الكسوفية) أو بفعل الأبعاد المتغيرة للسطح المرئى المضىء (← متغيرات المجسمات الناقصة) . ومن المتغيرات المعروفة نجد حوالى ٨٠٪ عبارة عن متغيرات عضوية .

تندرج المتغيرات الفيزيائية فى مجموعتين حسب شكل تغيير الضوء : الجزء الأساس ويضم ٩٠٪ من كل المتغيرات الفيزيائية المعروفة يسمى **بالمتغيرات النابضة** ، أى أن التغيير فى ضوئها يحدث خلال تغييرات منتظمة إلى حد ما (نبضات) فى نصف القطر وكذلك أيضا خلال التغيير فى درجة الحرارة الفعالة ، فى هذه المجموعة توجد متغيرات يحدث فيها التغيير الضوئى بإنتظام كبير ، بحيث يمكننا بدقه ولوقت طويل تحديد أوقات حدوث اللمعان الأكبر أو اللمعان الأصغر مسبقا . ويختلف الوضع عن ذلك بالنسبة للمتغيرات النصف منتظمة ، التى يمكن أن يتغير فيها طول الدورة بين حدود متباعدة والتى لا يبقى فيها أيضا شكل ومقدار المنحنى الضوئى ثابتين بأى حال من الأحوال . وفى التقسيم الأكثر دقة للمتغيرات النابضة تستخدم أيضا كخصائص أطوال الدورات ، وهى فى المتوسط أقصر ما يمكن فى حالة نجوم RR السلياق ، كذلك خاصية إنتظام تغيير الضوء . وفى هذا الشأن فإن المتغيرات غير المنتظمة توجد فى منطقة العمالقة وفوق العمالقة من شكل هرتز سبرنج ـ رسل أما فى حالة **المتغيرات الانفجارية** فإن التغيير الضوئى يحدث غالبا خلال إحدى أو عديد من الانفجارات المتكررة ، المصحوبة بقذف مادى يعانى منه النجم أو غلافه الجوى فقط . ويكون تقسيم المجموعات فى هذه المتغيرات أفراد التابع الرئيسى تبعا لشدة الانفجار . يسمى جزء من متغيرات التابع الرئيسى يشمل ذوات التغير السريع فى اللمعان من النجوم بإسم نجوم **RW** العناز ؛ ومن خصائص تلك النجوم أنها توجد على حافة أو فى داخل سحابة بين نجومية ، وإن كنا لا نعرف إن كان ذلك يتعلق بتغييرها . لذلك تسمى هذه المجموعة من النجوم أيضا بالمتغيرات السديمية .



وضع المجموعات المتغيرة المختلفة من النجوم فى شكل هرتز سبرنج ـ رسل .

يعطى الجدول التالى نظره عن التقسيم الكلى ، ويراعى وجود تداخلات عديدة بين المجموعات المختلفة وأن التقسيم الذى يفى بالغرض يمكن الوصول إليه عندما نعرف القوانين الفيزيائية للتغيير الضوئى بالدقة الضرورية . وتدل الأعداد المميزه للمجموعات المختلفة على إنتماء هذه المجموعات لأى من الجمهرتين **I** أو **II** . كما أن الخواص المميزة توجد تحت إسمها .

نظام تقسيم النجوم المتغيرة (بين الأقواس أعطيت الجمهرة) .

I ـ المتغيرات الذاتية :

المتغيرات النابضة :
نجوم RR السلياق (II)
نجوم دلتا الدرع
نجوم دلتا قيفاوى (I)
نجوم W العذراء (II)
نجوم بتيا الكلب الأكبر (I)
نجوم الأعجوبة (I ، II)
المتغيرات نصف المنتظمة (I ، II)
نجوم RV الثور (I ، II)
نجوم α^2 كلاب الصيد
المتغيرات غير المنتظمة (I ، II)

المتغيرات الانفجارية :
النوفا (I ، II)
المتغيرات الشبيهة بالنوفا
السوبر نوفا (I ، II)
نجوم R الإكليل الشمالى
نجوم RW العناز (I)
نجوم U التوائمين
نجوم UV قيطس
نجوم Z الزرافة
II ـ المتغيرات البصرية
المتغيرات الكسوفية المتغيرات البيضاوية .

لم يتم فقط إكتشاف المتغيرات فى مجموعة سكة التبانة (المتغيرات المجرية) وإنما أيضا بأعداد كبيرة فى المجموعات النجومية الأخرى . والمتغيرات النابضة من نوع دلتا قيفاوى تلعب دورا فاصلا فى تحديد مسافة هذه المجموعات النجومية (← مجموعة نجومية) .

التسمية : يرمز للمتغيرات فى كوكبة ما على التوالى بحرف لاتينى من R حتى Z متبوعا بإسم الكوكبه أو إختصاره وذلك تبعا للنظام الذى إقترحه الفلكى الألمانى «أرجى ليندر» (١٧٩٩ ـ ١٨٧٥) مثل S الثعلب ، وذلك إذا لم تكن هذه المتغيرات قد سُميت من قبل تبعا لقياسات «بايرز» السماوية ، وتلك عبارة عن خريطة نجومية يرجع تاريخها إلى عام ١٦٠٣ . ومثال ذلك دلتا قيفاوى . وحيث أنه قد يوجد فى كوكبة واحده أكثر من تسع متغيرات ، فقد أدخلت الحروف اللاتينية المزدوجة، RR ،....، RZ، SS ، .... ، SZ الخ حتى ZZ وأخيرا أيضا AA ، .... ، AZ ، BB ، ... ، BZ حتى QQ .... ، QZ مثل CN الجبار . ولايدخل الحرف J أو تركيباته مع الحروف الأخرى فى هذا التقسيم لما يمكن أن يحدث من خلط بينه وبين الحرف I . وبهذه الطريقة يوجد ٣٢٥ إمكانية أخرى للتسمية . وفى حالة وجود أكثر من ٣٣٤ متغيرا فى كوكبة ما يتم ترقيم المتغيرات بعد هذا العدد بحيث يسبق الرقم حرف V ويتبعه اسم الكوكب أو إختصاره ، مثال ذلك متغير V787 القوس والرامى . وتطلق بعض المراصد على ما تكتشفه من متغيرات رموز خاصة بجانب أرقام تسجيلها فى سجل الإكتشاف ، وذلك مثل ما يفعله مرصد زونبرج : S 5218 ، مرصد هارفارد HV7876 . أما قبل التسمية النهائية فتحمل المتغيرات فى الغالب رمزا مؤقتا .

المصنفات : أحد مصنفات النجوم المتغيرة هو الفهرس العام الجديد للنجوم المتغيرة الذى يعده الفلكيون السوفيت «كوكاركين» و«وباريناجو» و«وإفريموف» ، و«وخولوبوف» وآخرون بناءا على تكليف من الإتحاد الدولى الفلكى وذلك كل ١٠ سنوات مع إضافات سنوية . وتحتوى طبعة عام ١٩٦٩ لعدد من ٢٠٤٤٨ نجما برموزها وإحداثياتها

ونوع تغييرها الضوئى وكذلك مقدار التغيير فى لمعانها ونوعها الطيفى . أما الخرائط الضرورية للتعرف على المتغيرات الخافتة فنجدها مبعثرة فى المنشورات والدوريات العلميه . ويجمع كتاب تاريخ وما نُشر عن تغير ضوء النجوم المتغيرة كل ما نشر عن تلك النجوم

النجوم المزدوجة (المزدوجات النجومية)

douple stars

١ ـ **المزدوجات الضوئية** وفيها يظهر نجمان فى نفس الإتجاه فى السماء تقريبا إذا نظرنا إليهما من الأرض . أى أن ظهورهما كذلك يكون ظاهرياً فى وضع تلاصق تقريبي على الكرة السماوية ، فى حين أنهما فى الحقيقة على مسافتين مختلفتين جدا من الأرض وبالتالى فإنهما بعيدين جدا عن بعضهما فى الفضاء . والمزدوجات الضوئية ليست ذات أهمية كبيرة فى الفلك .

٢ ـ **المزدوجات العضوية** : وفيها يتواجد نجمان على مسافة بسيطة من بعضها فى الفضاء ، كما أن جاذبيتهما المشتركة كبيرة بحيث يكونان وحدة عضوية ، أى أنهما يتحركان حول مركز ثقل المجموعة تبعا لقانون كبلر . وفى مثل هذا المزدوج يرمز **للمركبة الألمع (النجم الرئيسى)** بالرمز A بينما يرمز **للنجم الأخفت (التابع)** بالرمز B . أما إذا تكونت مجموعة عضوية من أكثر من نجمين فإنها تعرف بإسم ← نجم متعدد .

يمكن أن تكون المسافة بين النجمين صغيرة جدا بحيث تنتقل مادة أحدهما إلى الآخر . ومن ناحية أخرى قد تكون المسافة كبيرة جدا بحيث تبلغ مائة مرة قدر المسافه بين الشمس وبلوتو ، أبعد كوكب فى المجموعة الشمسية . ويتراوح زمن الدورة بين ساعات قليلة وبضع آلاف السنين .

من النجوم التى نراها بالعين المجرده حوالى ٢٠٪ مزدوجات عضويه وبين كل ستة نجوم قريبه من الشمس نجد نحو خمسة منها مزدوجه أو متعدده . وفى داخل كره نصف قطرها ٥ بارسك حول الشمس نجد أن ٤٠٪ من النجوم مزدوجه أو عديده . وعموما فإن كل رابع نجم تقريبا فى الطريق اللبنى مزدوج أو عديد النجوم .

أى أن هذه المجموعات شائعه تقريبا مثل النجوم المنفرده . والمزدوجات العضويه مهمة فى الفيزياء الفلكيه ، حيث يمكن فقط بواسطتها الحصول على معلومات دقيقه عن كل من الكتله والقطر والكثافه . وهذه المعلومات تعتبر نمطيه للنجوم المنفرده ، ولو أن ذلك ليس الحال دائما .

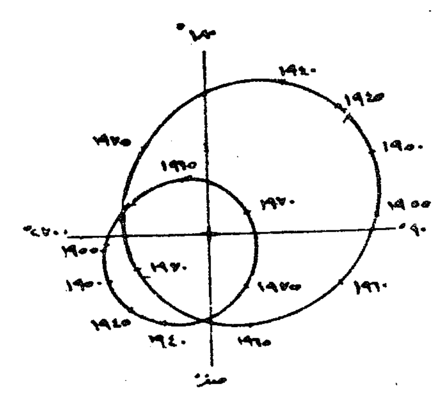
التسميه . ـ فى حالة ما إذا كان النجم المزدوج لا يحمل حرفا أو رمزا من الكوكبه أو البرج الذى ينتمى إليه فإن هذا النجم يميز بإسم مكتشفه والرقم الذى أدرج به فى سجل الإكتشاف . وتستعمل للأسماء إختصارات ؛ فتدل **H** على ويليام هرشل ، **h** على جون هرشل ، Σ ويليام ستروفا ، على إيتكن ، **R** على رابى .. وهكذا .

التقسيم : ـ تنقسم المزدوجات العضويه إلى أربع مجموعات حسب إمكانية رصدها : ١ ـ بصريه ، ٢ ـ طيفيه ، ٣ ـ فوتومتريه ، ٤ ـ أسترومتريه (أو تسمى أحيانا بالمزدوجات التى ليس لها تابع مرئى) . ويلاحظ أن هذا التقسيم ليس واضح الحدود تماما فالمزدوجات الفوتومتريه تعتبر مجموعه فرعيه من المزدوجات الطيفيه .

١ ـ يفهم تحت **المزدوجات البصريه** تلك المزدوجات التى يمكن تمييز مكونيها بأحسن الأجهزه الضوئيه . ويأتى الحكم الفاصل بكون المزدوج البصرى حقيقة مزدوج عضوى فى بعض الأحيان بعد بضع سنين . كما أن الإختلاف فى الحركة الذاتيه قد يعطى الإنطباع بأن هذا المزدوج الضوئى عباره عن مزدوج عضوى . وتعطى الإزاحه فى المدار البيضاوى أول دليل على أن هذا ليس مزدوجا ضوئيا وإنما

عضويا . واحتمال أن تكون النجوم المتجاوره جدا إلى بعد زاوى معين أزواجا عضويه يقل كلما إنخفض اللمعان الظاهرى ، لأن اللمعان الصغير يعنى فى المتوسط مسافة أكبر للنجوم عن الأرض ، والبعد الكبير عن الأرض يعنى مع نفس البعد الزاوى مسافه أكبر فى الفضاء (مسافة خطيه) بين النجوم . وحيث أن النظام يميل أكثر لأن يكون عضويا كلما صغرت المسافه الخطيه بين نجميه فقد أدخل « إيتكن » شرطا تعتبر تبعاله كل المزدوجات ، ذات القدر **m** التى يكون لو غاريتم المسافه الزاويه بينهما مقاسه بالثانيه **القوسيه** أقل من (**2.8 - 0.2m**) ، عضويه . وعلى ذلك تصير ، على سبيل المثال ، كل مزدوجات القدر العاشر التى تقل المسافه الزاويه بين نجميها عن ٦ً مزدوجات عضويه ، وذات البعد الأكبر عن ذلك ضوئيه . وفى المصنف الكبير للنجوم الذى أصدره « إيتكن » (المصنف الجديد للنجوم) يوجد ١٧١٨٠ مزدوجا فقط توافق هذا الشرط . ومن بين ...٦٥ نجما مزدوجا تم تصنيفها فإننا نعرف المدارات الدقيقه لحوالى ٦٠٠ منها فقط . ومن المؤكد أن جزءا من المزدوجات الباقيه مزدوجات ضوئيه .

إن علاقات الحركه فى المزدوجات العضويه هى نتيجة كتلتى مركبتيها المتساويه ، بحيث أن النجمين

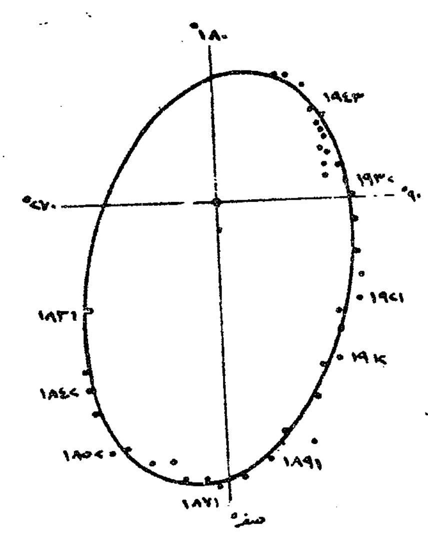


١ مدارى مركبتى المزدوج النجومى كروجر ٦٠ حول مركز الثقل المشترك +. وتعطى السنون مواقع المركبة فى المدار فى الأوقات المختلفة .

تطوفان حول مركز ثقلهما بطريقة متشابهه تبعا لقانون كبلر . وهذه الحركه الخفيفه المطلقه للنجمين لا يمكن رؤيتها بطريقة مباشره ، ولكن يمكن فقط رؤية مسقطها على المستوى الماس لقبة السماء . وهذا بدوره فقط عندما نعين التغيير فى المكان لأحد النجمين ، فى القاعده النجم الرئيسى ، خلال المقارنه بنجوم أخرى . أما بالنسبه للنجم الأخر فيكفى تحديد الوضع النسبى بالنسبه للنجم الرئيسى مقاسا ، على سبيل المثال ، خلال مسافة زاويه وزاويه وضع . وعلى العموم فإننا نعين مسقط حركة التابع بالنسبه للنجم الرئيسى . والحركه النسبيه الحقيقيه للتابع بالنسبه للنجم الرئيسى تتم فى قطع بيضاوى يحتل النجم الرئيسى إحدى بؤرتيه . وهذا القطع البيضاوى مشابه لحركة كل نجم على حده حول مركز الثقل المشترك ، إلا أن الأحجام قد تختلف . وفى الحركه الظاهريه النسبيه يصنع التابع أيضا قطع بيضاوى غير شبيه بالقطع الحقيقى . كما أن هذه الحركة الظاهريه لا تقتضى أن يكون النجم الرئيس فى بؤرة القطع البيضاوى ، بل يمكن أن يتواجد فى أى نفطه داخل هذا القطع .

يتم خلال تحديد مدارات المزدوجات البصريه تحديد المدار الحقيقى من المدار الظاهرى . ويكون الهدف هو تعيين ٧ من عناصر المدار الحقيقى . والسبب فى زيادة العدد إلى سبعه يرجع إلى أن كتلتى النجمين غير معروفه ، ولهذا لا يمكن تطبيق قانون كبلر الثالث ، الذى يربط بين عناصر المدارين وكل من القطر الأكبر وزمن الدوران بطريقة مباشره ، لأن الكتله الغير معروفه تدخل فى هذا القانون . ولا بد من تحديد كل مدار على حده أولا . فإذا عرفنا كل منهما على حده أمكننا بواسطة قانون كبلر الثالث تعيين مجموع الكتلتين . وبالتحديد فإن المدار الحقيقى يتم تحديده عندما نعرف كل من عناصر المدار الديناميكيه (زمن الدوران وزمن الحضيض للتابع) وكذلك

الأبعاد التى تحدد مدار التابع (القطر الأكبر للمدار بالثانيه القوسيه والإهليجيه) وعناصر تحديد الإتجاه فى الفضاء (ميل مستوى المدار بالنسبه للمستوى المماس والزاويه بين إتجاه الشمال وخط العقدتين والزاويه بين خط العقدتين وخط الأوج والحضيض) . كما يمكن بمعلومية إختلاف منظر النجم المزدوج حساب طول القطر الأكبر بمقاييس طوليه ، على سبيل المثال بالوحدات الفلكيه . وهناك أيضا طرق تحليليه وهندسيه معروفه لتحديد المدار بالنسبه لنجم مزدوج .



٢ المدار الظاهرى للتابع المزدوج النجومى Σ 73 (١٦ المرآة المسلسلة) النجم الرئيسى الموجود فى مركز الاحداثيات .

ويتطلب تحديد المدار بقدر الإمكان مواقع دقيقه للتابع بالنسبه للنجم الرئيسى . وعلاقات تحديد المدار بالنسبه للنجوم المزدوجه تختلف عنها فى حالة المجموعه الشمسيه . فى المجموعه الشمسيه يتم ذلك من خلال عدد قليل ولكن دقيق من المواقع . ونتيجة صغر الأبعاد فى حالة النجوم المزدوجه فإن أخطاء القياس تؤثر بدرجة كبيره ، ولو أن الخطأ المتوسط يمكن تقليله باستعمال المنظار إلى ١ً,. وفى التصوير الفوتوغرافى إلى ٠,٠١ً . لهذا فإننا نحتاج فى تعيين مدارات النجوم المزدوجه إلى عدد كبير بقدر الامكان من أماكن كثيره فى زمن طويل . ومن هذه المعلومات يمكن إستنتاج مواقع يتعادل فيها الخطأ ثم يستعان بنقط من على القطع المرسوم لتحديد المدار .

يضم الجدول الآتى بعض المعلومات لبضع مزدوجات نجوميه . ويلاحظ أن النجم ADS 12096 هو المزدوج البصرى ذو أصغر زمن دوران وأن O² الدب الأكبر ذو أكبر زمن دوران . أما المزدوج الذى كان يعرف قديما بإسم BD - 8⁰4352 بزمن دوران ١,٧ سنه فهو فى الحقيقه نجم ثلاثى . وكون تعيين المدار غير أحادى الدلالة دائما يتضح فى المجموعة 104 ـ الثور ، التى يمكن تمثيل أرصادها (حسب « إجن ») بمدارين :

المزدوجات البصرية

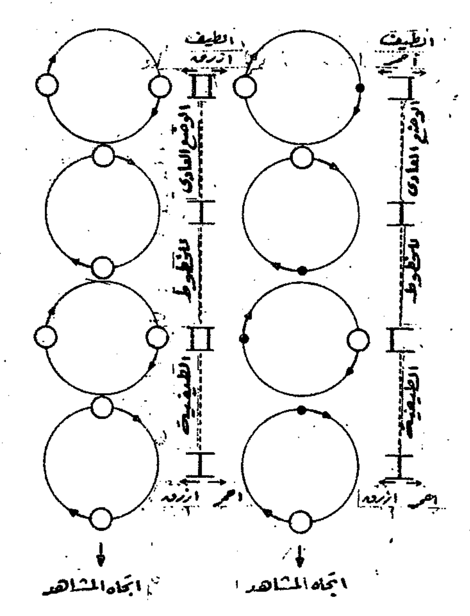
الاســم	زمن الدوره (بالسنين)	نصف المحور الأكبر للمدار		اللمعان الظاهرى (بالقدر)		الكتله (بوحدة كتلةالشمس)	
		بالثانيه القوسيه	بالوحده الفلكيه	النجم ١	النجم ٢	النجم ١	النجم ٢
	٢,٦٨	٠,١٢٩	٢,٣	٦,٨٢	٧,٤	٠,٨٦	٠,٨٢
الفرس الأصغر	٥,٦٠	٠,٢٦٥	٤,٢	٥,٣١	٥,٤	١,٠٦	١,٠٤
الكوثل	٢٣,١٨	٠,٥٨	٨,٧	٥,٨٣	٦,٤	١,٠٠	٠,٨٨
كروجر ٦٠	٤٤,٦	٢,٤١	٩,٥	٩,٨	١١,٥	٠,٢٧	٠,١٦
الشعرى اليمانيه	٤٩,٩	٧,٦٢	٢٠,٥	١,٤٣	٨,٦٤	٢,٢٨	٠,٩٨
٦١ الدجاجه	٦٩١,٦١	٢٤,٤٤	٨٠,٠	٥,٥٧	٦,٢٨	٠,٥٥	٠,٥١
المرأه المسلسله	٣٥٥٤	١,٨٤	١٥٠	٤,٥٠	٦,١	١٦,٦٧	٧,٠٠
الدب الأكبر	١٠٨٥٠	٢٥,٥٠	٤٨٠	٤,٩٣	٨,١	١,٣٤	٠,٣٨

١ ـ قطع ناقص طويل ذو إهليجيه قدرها ٠،٩٠ ويميل ٧٣° على المستوى الماس وزمن الدوره ١٩،١ سنه ،

٢ ـ مدار دائرى الشكل يقع تقريبا فى المستوى الماس إلا أن مدة الدوره فيه تبلغ ضعف ما فى المدار الأول . وهناك بالتأكيد مجموعات لها أزمنة دوره أطول أو أقصر بكثير عما يحتويه الجدول وإن كان وجود مثل هذه المزدوجات يصعب إثباته ؛ حيث يتطلب تحديد مدارات المجموعات طويلة الدوره فترة رصد طويله بينما لا يمكن تمييز المجموعات قصيرة الدوره بصريا لقرب المسافه بين نجميها . ولذلك فإنهما يقعان فى مجموعة المزدوجات الطيفيه .

توجد المزدوجات البصرية فى جميع الأنواع الطيفية . ويشيع وجودها فى الأنواع الطيفيه المتقدمة والمتوسطة تقريبا من A حتى G ؛ كذلك توجد فى النجوم المزدوجة عمالقة وأقزام بنفس النسبه . وهناك مزدوجات نجميها الإثنين عمالقه أو أقزام . كذلك توجد مجموعات تتكون كل منها من عملاق وقزم . وللمزدوجات التى يكون أحد نجميها أبيض أهمية خاصه فى دراسة تطور النجوم . وحتى الآن لم يتم إستنتاج إختلافات فى شيوع المزدوجات البصرية من حيث كل من اللمعان المطلق والكتله وتوزيع وظروف الحركه .

تصلح المزدوجات البصريه جيدا لإختبار درجة تفريق المناظير. ولهذا الغرض تُختار سلسلة من المزدوجات بحيث يكون نجميها على نفس اللمعان بقدر الإمكان وتقل المسافه الزاويه بينهما بالتدريج . ويرصد هذه المزدوجات فى نفس النظام فى إتجاه قلة المسافه حتى نصل إلى المزدوج الذى يمكن بالكاد تميز نجميه . وفى الجدول التالى مجموعة من المزدوجات البصريه (أو مركبتين فقط من النجم المتعدد تظهر فى المناظير الصغيره كمزدوجات بصريه) .



٣ الازاحة الخطية الناتجة من السرعة الخطية فى طيف المزدوجات الطيفية . الى اليسار : المركبتان متساويتان فى اللمعان . الى اليمين : احدى المركبتين أخفت من الأخرى ، وفى هذه الحالة يمكن فقط رصد طيف المركبة اللامعة .

مزدوجات بصريه لتعيين قوة تفريق منظار ما

الإســم	اللمعان الظاهرى بالقدر		المسافة بين النجمين بالثانيه القوسيه
	النجم ١	النجم ٢	
ζ الحوت	٥,٦	٦,٦	٢٣,٨١
٢٠ التوأمين	٧,٢	٧,٨	١٩,٨٥
٢٠ الفهد	٧,٣	٧,٥	١٤,٩٥
١ الزرافه	٥,٩	٦,٩	١٠,٣٥
γ الحمل	٤,٨	٤,٩	٧,٩١
١١٨ الثور	٥,٩	٦,٧	٤,٨٣
α الحوت	٤,٣	٥,٣	٢,٠٧
ε الحمل	٥,٢	٥,٥	١,٤١

٢ ــ فى المزدوجات الطيفية يتواجد النجمان بالقرب من بعضهما بحيث لا يمكن تمييزها بصريا . ويمكن معرفة أنها مزدوجات من التطابق والزحزحة الدوريه فى طيف كل من النجمين بالنسبة للأخر ، نتيجة لحركة كل منها حول مركز ثقل المجموعه وما يتبع ذلك من تغيير دورى فى السرعه الخطيه . كما يتم معرفة ذلك أيضا عن طريق وجود زحزحة دوريه للخطوط الطيفيه ، لأن هذه الزحزحه تحدث ، فى حالة ثبات اللمعان ، فقط فى النجوم المزدوجه ويمكننا رؤية طيف النجمين فقط إذا زاد فرق اللمعان بينهما عن قدر واحد .

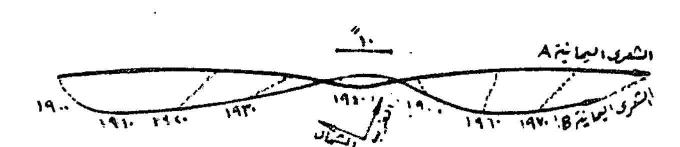
يعرف حتى الأن حوالى ٢٧٠٠ نجم ثابتة اللمعان ولها سرعات خطيه متغيره ، إلا أن هذا التغيير مدروس فقط بدرجة جيده لحوالى ٥٠٠ نجم منها ، لدرجة أمكن معه تحديد مداراتها . والعدد الكلى للمزدوجات الطيفيه على ذلك غير معروف حتى الأن ، إلا أنه يعتقد أن يكون ٣٠٪ من النجوم اللامعه وحتى ٥٠٪ من النوع الطيفى مزدوجات طيفيه .

يمكن تحديد المسار الزمنى لتغيير السرعات الخطيه أثناء دورة المزدوج من وضع مخروط المدار وكذلك إهليجيته . ومن ذلك يمكن إستنتاج الأبعاد الضرورية لتعيين المدار . ولما كانت الحركة الحقيقية للنجوم فى الفضاء غير معروفة فإن ميل المدار بالنسبة للمستوى المماس غير معروف وكذلك القطر الأكبر للمدار . ولهذا فمن غير الممكن تعيين الكتله . إلا أنه من الممكن حساب النسبه بين كتلتى النجمين حتى بدون معرفة الميل ، عندما نتمكن من رصد طيف كل من النجمين ، أى إذا زاد فارق اللمعان بينهما عن قدر واحد . فمن سير السرعات الخطيه للمركبتين ومن زمن الدوره يمكن تعيين النسبه بين المدارين ، ومنها يمكن حساب النسبه بين الكتلتين بمساعدة قانون كبلر الثالث .

فى العادة يقل زمن دوران المزدوجات الطيفية عن ٥ سنوات ، ويكثر بين سنتين إلى ٥٠ يوما . وأقل دوره تم رصدها حتى الأن هى للنجم WZ السهم وتبلغ ٨٠ دقيقة . وهذا النجم فى نفس الوقت متغير كسوفى عانت إحدى نجومه من إنفجار تجدد فى كل من عامى ١٩١٣ ، ١٩٤٦ . وهناك مزدوجات طيفيه ذات دورة تزيد عن ٢٠ عاما . وأكبر سرعة خطيه تم رصدها حتى الأن بلغت ١٤٠٠كم/ث وأصغرها تبلغ بالكاد أقل من ٢كم/ث وتحدث فى المزدوجات ذات أكبر زمن دوران أو أقل ميل .

توجد المزدوجات الطيفية أيضا ممثلة فى جميع الأنواع الطيفية ،لكنها أكثر شيوعا فى النوعين B،A. وعلى وجه العموم فإن المزدوجات الطيفية التى يتقارب نجميها ، أى ذات زمن الدورة القصير فى المتوسط هى غالبا من نجوم الأنواع الطيفية O، B ، A ، F . والنجوم العمالقة من النوع الطيفى المتوسط والمتأخر ، أى من الأنواع G حتى M توجد فى المزدوجات ذات زمن الدوره الطويل . وكما فى المزدوجات البصريه لا توجد فروق كثيرة بين المزدوجات الطيفية والنجوم المنفردة .

لقد كان للمزدوجات الطيفية أهمية كبيرة بالنسبة لإكتشاف خطوط إمتصاص مادة ما بين النجوم . فقد إكتشف «هارتمان» فى عام ١٩٠٤ فى مزدوج الجبار أن أغلب الخطوط الطيفيه تشترك فى الإزاحات الدوريه نتيجة دوران نجمى المزدوج فى مداريهما بينما

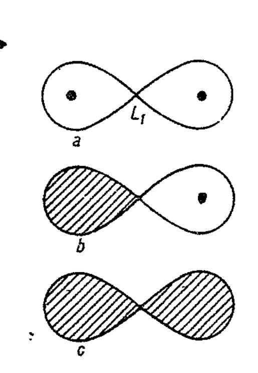


٤ الحركة الخاصة لمركبتى المزدوجى النجومى الشعرى اليمانية بين عامى ١٩٠٠ و ١٩٨٠ .

خطوط الكالسيوم المتأين ثابته . وعلى ذلك فلا يمكن أن يكون النجم هو مصدر خطوط أيونات الكالسيوم هذه ، بل لابد أن تكون قد طبعت على الطيف فى طريق الضوء من النجم إلى الراصد . ولهذا فإن هذه الخطوط نابعة من مادة ما بين النجوم . وفى خلال الأبحاث اللاحقه لمادة ما بين النجوم ثم إكتشاف خطوط أخرى لتلك الماده فى نجوم منفردة أخرى .

٣ ـ **والمزدوجات الفوتومتريه** عبارة عن ← متغيرات كسوفية . وفيها يوجد خط الرؤيه من الراصد إلى المزدوج قريبا من مستوى مدار النجمين ، بحيث يغطى أحدهما الآخر لبعض الوقت . ويستدل على صفة الإزدواج من التغيير الضوئى أى من خلال طرق فوتومتريه .

٤ ـ وفى **المزدوجات الأسترومتريه** التى تعرف أيضا **بالنجوم ذات التوابع غير المرئية** يستدل على وجود التابع من وجود تغييرات دورية فى موقع النجم عند تحديد موقعه بالنسبة لنجم آخر . والتغيير فى الموقع الذى يتجمع مع الحركة الذاتية للنجم ، يحدث بسبب دوران النجم حول مركز الثقل المشترك بينه وبين التابع غير المرئى . وهذا التغيير صغير جدا على وجه العموم . إن مثل هذه الحركات يمكن رصدها لنجوم كثيره . وأشهر مثال لذلك هو نجم الشعرى اليمانيه ، الذى ظل تابعه ، الشعرى اليمانيه B غير مرئيا



٥ مقطع خلال متساويات الجهد فى (a) نظام منفصل ، (b) نظام نصف منفصل ، (c) نظام متلاصق . وقد ظللت المناطق المملوءة بالمادة . وتدل L_1 على نقطة التحرر الأولى .

ولو أن وجوده كان معروفا من خلال التغيير الحادث فى مواقع الشعرى اليمانيه . بعد ذلك أمكن مشاهدة الشعرى اليمانيه B **بطريقة مباشرة** كنجم من القدر الظاهرى ٨ر٦٤ . ومن قيمة التغيير فى الموقع ودورة ذلك يمكن إستنتاج كتلة التابع ، إذا كان إختلاف منظر النجم الرئيسى معروفا . نتج عن ذلك كتلا بعضها أقل بكثير عن كتلة الشمس وقريبة جدا من كتل الكواكب العملاقه (المشترى أو حوالى ٠٠١و٠ من كتلة الشمس) . مثال ذلك ← نجم السهم وكتلته ١ر٨ مره مثل كتلة المشترى . ويمكن على وجه الخصوص استنتاج مثل هذه النجوم صغيرة الكتلة فى المزدوجات التى تكون كتلتى نجميها صغيرتين . فى هذه الحالة يكون المزدوج النجومى فى الحقيقة عبارة عن مجموعة ثلاثية النجوم . ونرى مثالا للتابع غير المرئى فى نظام ثلاثى النجوم فى النجم ٦١ سيجنى A ، وكتلته ٠١٦و٠ أوكروجر 60A وكتلته ٠٠٩و٠ . من كتلة الشمس . وكما يتضح من هذه الامثله فإنه لا يمكن إلى أى حد الزعم بأن كل مزدوج نجومى يحوى فقط نجمين إثنين .

إن جزاءا كبيرا من المزدوجات عبارة عما يعرف **بالنظم أو المزدوجات المنفصله** ، التى يكون فيها البعد بين النجمين كبيرا بالنسبة لقطر كل منها . فإذا وضعنا جسم تجريبى صغير قريبا من إحدى النجمين تغلبت جاذبية النجم وسقط الجسم تجاهه . وإذا أبعدنا الجسم التجريبى فى أى إتجاه بعيدا عن النجم وتركناه للدوران حول مركز الثقل المشترك فإننا نصل إلى نقطه تتوازن فيها القوى المؤثره على الجسم التجريبى (قوتى جذب النجمين وقوة الطرد المركزية) . وبتوصيل كل هذه النقط نحصل على سطح يسمى سطح التعادل الحرج ، الذى يحتوى نقطة التحرر L_1 للنجمين (← مسألة الثلاثة أجسام) . ويغلف هذا السطح حجمين منفصلين ، مسموح بهما ، يتلامسان فى النقطة L_1 . وفى النظم المنفصله نجد أن حجم كل نجم أصغر بكثير من الحجم المسموح به وفى **النظم**

النصف منفصله يملأ أحد النجمين الحجم المسموح به ، أما فى حالة **النظم المتلاصقه** فيصل كلا النجمين بمادته إلى سطح التعادل الحرج . فإذا ملأ نجم ما حجمه المسموح به أصبح من الممكن أن تعبر مادته خلال نقطة التحرر L_1 إلى النجم الآخر . وفى النظم المتلاصقه يتم تبادل فى الكتله بين النجمين ، ويمكن أن يتبع ذلك نقص فى الكتله نتيجة سريان مادة المزدوج إلى فضاء ما بين النجوم . ومن الممكن أن ينتج عن المزدوج المنفصل مزدوجا نصف منفصل أو ملتصق بعد أن يتم إستهلاك الهيدروجين فى الأجزاء الداخليه لأى من النجمين أو كليهما فيتطور النجم بذلك إلى نجم عملاق . كما أنه على العكس من ذلك يمكن أن ينتج من المزدوج نصف المنفصل نظام منفصل ثانية وذلك عندما ينضب مصدر طاقه داخل النجم بينما لا تكفى كتلته لرفع درجة الحراره المركزيه لدرجة تكفى إشعال تفاعل نووى آخر . بعد ذلك تسقط الماده المالئه للحجم المسموح به حول النجم فى إتجاه المركز . وآخر مرحلة فى مثل هذا التطور هى نجم صغير منضغط جدا .

النشأة : حسبما يُفترض حاليا تنشأ نجوم كثيره من مادة ما بين النجوم فى مجموعات . والإحتمال كبير أن ينشأ نجمين قريبين من بعضهما بحيث يتكون منها مجموعة عضويه . ومن الممكن التفكير فى طريقة أخرى لنشأة المزدوجات النجوميه ، وذلك بأن تكون قد تكونت نتيجه أسر بعضها للبعض الآخر . وتبعا للحسابات المناسبه يبدو ذلك غير محتمل تماما ، لأن هذا يوءدى فقط إلى أن يصبح ٠٠١ر٠٪ فقط من النجوم مزدوجات ، الشيء الذى لا يتفق مع العدد الكبير الذى تم إكتشافه من المزدوجات النجوميه . وهناك إمكانية أخرى لنشأة المزدوجات النجوميه وذلك بإنشطار نجم منفرد إلى نجمين أو أكثر نتيجة سرعة دوران كبيره للنجم الأم . وحيث أن الدوران الكلى للنجم المزدوج لا بد وأن يتساوى مع عزم دوران النجم الأم ، فإن ذلك يستلزم دوران الأخير بسرعة عالية جدا . ويذكر أيضا بأن يكون النجم المزدوج أو المتعدد عبارة عن حشد نجمى منحل ، وإن كان من غير المحتمل أن يكفى ذلك لتفسير عدد المزدوجات الكثيره المرصوده ، لان الحشود التى تتفكك هى تلك التى تتوافر فيها شروط معينه ، وبالتحديد فلا بد أن نجومها كانت مركزه فى حيز ضيق (← تحديد العمر) .

كان «و. هرشل» فى عام ١٨٠٠ أول من إعترف بوجود المزدوجات العضويه . كما كان «بيكرينج» فى عام ١٨٨٩ أول من إكتشف مزدوجا طيفيا . وكان «هـ. فوجل» أول مكتشف للطبيعه المزدوجه فى المتغيرات الكسوفيه .

النجوم المضاعفه

multiple stars
étoiles multiples *(pf)*
Multiple - Sterne *(pm)*

أكثر من نجمين يكونان وحده أو نظام بفعل الجذب المشترك . وفى الغالب لا يتم إكتشاف نجوم النظام فى نفس الوقت وإنما على أساس أنها ← مزدوجات نجوميه . ويتم إدراكنا للنجوم الغير مرئيه بما تحدثه من إضطرابات فى مدار أى أفراد المزدوج أو كليهما . ومثال النجوم الثلاثيه هى مجموعة النجم إيتا الجبار ، التى تحتوى نجم منفرد ومزدوج طيفى يتحركون جميعا حول مركز الثقل المشترك . وتبلغ دوره النجم المنفرد حوالى ٣٤٧٠ يوما بينما دوره المزدوج الطيفى حوالى ٨ أيام فقط . والمجموعه الرباعيه تتمثل فيما يعرف بالنجم إكزاى الدب الأكبر . فيبدو هذا النجم كمزدوج بصرى زمن دورته ٧ر٥٩ سنة . وكل نجم من هذا المزدوج هو فى حد ذاته مزدوج طيفى زمن دورة الأول ٤ والثانى ٦٩٩ يوما . ومثال المجموعة سداسية النجوم هو النجم ألفا ــ التوأمين الذى يحتوى على ثلاث مزدوجات طيفيه تدور حول مركز ثقل مشترك وأحدها متغير كسوفى .

نجوم المعلف

Praesepe

هى حشد نجمى مفتوح يشاهد بالعين المجرده فى برج السرطان .

النجوم المغلفه

Shell stars

هى نجوم ذات أغلفه جويه تمتد إلى مسافات بعيده . ويتضح لنا هذا الغلاف الجوى مما يظهر فى طيف هذه النجوم من خطوط إنبعاث طيفيه فى منتصفها خطوط إمتصاص ضيقه جدا . ومن المحتمل أن يكون الغلاف الغازى قد نشأ نتيجة الدوران السريع للنجم ، الشىء الذى يوءدى إلى عدم إستقرار فى المناطق الإستوائيه للنجم وبذلك تُسرع الماده إلى الخارج مكونة للغلافْ الجوى .

النجوم المغناطيسية

magnetic stars

← المجال المغناطيسى للنجوم .

نجوم ميوقيفاوى

Mio Cephei stars

هى نجوم لها لمعان نصف منتظم التغير يبلغ فى النطاق البصرى من ٣ر إلى ٢ر١ قدرا بينما التغير فى اللمعان البولومترى فقط ربع هذه القيمة . وتتابع التأرجحات فى اللمعان فى الغالب بسرعه خلف بعضها ، وشكل المنحنى الضوئى متموج عموما ، إلا أنه من الممكن أن يبقى اللمعان ثابتا لفترة طويلة . ومن غير الممكن إستنتاج أى علاقة واضحة بين التغيير المرصود فى السرعة الخطيه مع التغيير الضوئى .

تنتمى نجوم ميو ــ قيفاوى إلى فوق العمالقة . وتشمل من النوع الطيفى G, B حتى M . كما أن تركيزها بالنسبة لمستوى المجره بسيط . وتعتبر نجوم ــ ميو ــ قيفاوى مجموعة فرعية من المتغيرات نصف المنتظمة .

نجوم النثره

Praesepe stars

هى ← نجوم المعلف .

نجوم ــ نقيض ــ الغول

Antalgol stars

هى تسمية قديمه لنجوم RR السلياق التى لها لمعان أقصى منتظم وذلك على خلاف نجوم الغول التى لها لمعان أدنى منتظم .

النجوم النيوترونيه

Neutron stars

هى مجموعه من النجوم ذات كثافة عاليه فوق العاده وتدل على وجودها إحتمالات كبيره . وتقدر الكثافه المركزيه من حوالى 10^{14} إلى 10^{15} جم/سم^3 ، وهى تقترب بذلك من كثافة نواة الذره . وقد وصلت الكثافة إلى هذا الحد الكبير لأن الإليكترونات والبروتونات يمكنها أن يتحولا عند كثافة حوالى 10^{9} جم/سم^3 أو يزيد إلى نيوترونات . (العمليه العكسيه لتحلل ــ بيتا ، الذى يتفكك فيه نيوترون إلى بروتون وإليكترون) وفى أثناء تحلل بيتا العكسى أخذت كثافة الإليكترونات وما ينتج عنها من ضغط الإليكترونات فى التناقص ، الأمر الذى أدى إلى زيادة الكثافة إلى 10^{14} جم/ سم^3 بواسطة إنكماش النجم من ناحية وكون النيوترونات أجسام متعادله ولا تتسبب فى قوة طارده هيدروستاتيكيه من ناحية أخرى . يتكون نجم النيوترون أساسا من نيوترونات . وهو محاط بغلاف جوى عادى ، وإن كان سمكه لا يتجاوز بعض الأمتار وتبلغ درجة حرارته بضع ملايين الدرجات . لهذا فإن غالبية إشعاع النجم يوجد فى نطاق أشعة رونتجن . وبسبب الكثافة العاليه فإن قطر نجم نيوترونى له نفس كتلة الشمس يبلغ من ٥ إلى ١٠ كم . وهناك إفتراضا بأن نجم النيوترون قد نشأ أثناء إنفجار سوبر نوفا من النوع I . كما يفترض كذلك أن تكون نجوم النيوترون الدواره ذات المجال المغناطيسى القوى هى أصل ← البلسار .

وحتى الآن لم نتمكن من إثبات وجود نجوم النيوترون عن طريق الأرصاد.

نجوم وولف ـ رايت

Wolf-Rayet stars
étoiles de wolf-Rayet *(pf)*
Wolf-Rayet stars

نجوم ذات درجة حراره فعاله عاليه ويظهر فى طيفها إنبعاثات عريضه وقويه فوق الطيف المستمر الخافت نسبيا . وجزء من هذه الخطوط مصدره الهيدروجين والهليوم . يرمز لهذه النجوم فى التقسيم الطيفى بالحرف W (قديما أيضا بالرموز Qa ، Qb ، Qc) وتعرف **بنجوم ـ W** . ويجرى تقسيم نجوم وولف ـ رايت ذاتها إلى مجموعتين : مجموعة أو نجوم WC وتتميز بوجود خطوط إنبعاث قويه من الكربون (C) المتأين من مره إلى ثلاث مرات . أما نجوم WN فتوجد بها على وجه الخصوص خطوط إنبعاث قوية جدا من النيتروجين (N) المتأين من مرتين إلى أربعة مرات . وهاتين المجموعتين تسميان أيضا مجموعة الكربون والنتيروجين على التوالى .

يبلغ متوسط اللمعان المطلق فى حالة نجوم ـWc القدر ـ ٣٫١ وفى حالة نجوم ـWN القدر ـ ٢٫٥ ؛ وتتراوح درجات حرارتها بين ٥٠٠٠٠ إلى ١٠٠٠٠٠ درجة . كما يتضح من الطيف أن نجوم وولف ـ رايت محاطه بغلاف متمدد تنشأ فيه خطوط الإنبعاث . ويرجع العرض الكبير فى خطوط الإنبعاث من الإضطراب فى الغلاف من ناحيه ، ومن ناحيه أخرى بفعل سرعة التمدد العاليه لمادة هذا الغلاف ، والتى تصل إلى ٣٠٠٠كم . لذلك يبدو أن هذه النجوم تفقد دائما من مادتها إلى مادة ما بين النجوم . وفى مجموعة سكة التبانه يمكن أن يوجد نوعين مختلفين من النجوم التى لها نفس الخواص الطيفيه مثل نجوم وولف ـ رايت . وبعض نجوم وولف ـ رايت هذه أعضاء محتمله فى تجمع ـ O ، تنتمى بذلك إلى الجمهره الأولى المتطرفه ، أى أنها عبارة عن نجوم حديثه النشأة جدا ، بينما البعض الآخر ينتمى كنجوم مركزيه فى السدم إلى جمهرة القرص .

تم الآن إكتشاف أكثر من ٢٠٠ نجما من نوع نجوم وولف ـ رايت وقد كان الفلكيان «وولف» «ورايت» هما اللذان إكتشفا الأعداد الأولى منها ولذلك سميت هذه النجوم بإسميهما .

النجيم

Astroid

هو ← الكويكب .

النحات

Caelum, Cae *(L)*

هو كوكبة ← النحات

النحلة

Musca, Mus *(L)*
Fly
mounche *(sf)*
Fliege *(sf)*

إحدى كوكبات نصف الكره السماويه الجنوبى التى لا تشاهد من خطوط عرض البلاد العربية بإستثناء السودان وجنوب الجزيرة العربية .

نريدى

Nereide

أحد ← تابعى نبتون .

نسبة الفتحه

aperture ratio
ouverture relative *(sm)*
Offnungsverhältniss *(sn)*

هى النسبة بين الفتحه (قطر المرآه أو الشيئيه) إلى البعد البوءرى ← للمنظار .

النسر

Aquila, Aql. *(L)*
aquila
aigle *(sm)*
Adler *(sm)*

هو كوكبة ← العقاب .

النسر الطائر

Atair *(A)*

هو ألمع نجم(ألفا) فى كوكبة العقاب. والنسر الطائر ينتمى بلمعانه الظاهرى البصرى الذى يبلغ ٧٧و٠ قدرا إلى ألمع النجوم فى السماء . ويمثل هذا النجم أحد أركان المثلث الصيفى . والنوع الطيفى للنسر الطائر A7 ونوع قوته الإشعاعيه V . وبمقارنه النسر الطائر

بالشمس نجد أن قطره أكبر بقليل من قطر الشمس إلا أن إشعاعه يبلغ حوالى عشر مرات مثل إشعاعها ودرجة حرارة سطحه الفعاله ٨٠٠٠° درجه ، أى أكبر من نظيرتها للشمس . ويبعد النسر الطائر عنا بحوالى ٥ بارسك أو ١٦ سنة ضوئيه . أى أن هذا النجم ينتمى إلى النجوم القريبه من الشمس .

النسر الواقع

Wega *(A)*

هو ألمع نجم (ألفا) فى كوكبة السلياق . وهذا النجم بلمعانه الظاهرى البصرى من القدر ٠٫٠٣ ينتمى إلى ألمع نجوم السماء ؛ كما أنه أحد أركان **المثلث الصيفى** . والنسر الواقع من النوع الطيفى AO ونوع قوة الإشعاع V ، إى نجم تتابع رئيسى متقدم النوع الطيفى . وتبلغ قوة لمعان النسر الواقع ٥٠ مره أكبر من الشمس . ويقدر بعد النسر الواقع عنا بحوالى ٨ بارسك أى ٢٦ سنة ضوئيه .

نسق كابتين

Kapteyn system
systéme de Kapteyn *(sm)*
Kaptaynisches Schema *(sn)*

هو طريقه إقترحها «كابتين» لخطوات حساب تعين الكثافة الحجميه للنجوم فى الطريق اللبنى ؛ ← الإحصاء النجمى .

نشأة الأجرام السماويه

formation of heavenly bodies
formation des corps celeste *(sf)*
Entstehung der Himmelskorper *(sf)*

موضوع يعالجه ← الكسموجونى .

النشاط الشمسى

solar activity
activité soiaire *(sf)*
Sonnenaktivität *(sf)*

هى كل التغييرات قصيرة الزمن على الشمس . وينتمى إلى ذلك ← الكلف الشمسى المعروف ، الذى يتغير شيوعه خلال دوره البقع الشمسيه وقدرها ١١ سنة . تسمى المناطق اللامعه على صور الفوتوسفير والكروموسفير الشمسيين ← بالمشاعل الشمسيه . والمادة السحابيه التى ترى مرتفه بعيدا فوق الكروموسفير تعرف على حافة الشمس ← بالنتوء الشمس . وأىْ إنفجار شمسى هو عبارة عن زيادة فى الإشعاع لوقت قصير وفى منطقه ضيقه ومحدده . وتعانى الإشعاعات الراديويه والإشعاعات الجسيميه والمجالات المغناطيسيه المحليه من تأرجحات شديده (← الشمس) . وفى ← الكورونا الشمسيه يتضح وجود تغييرات شديده فى كل من شكل وتركيب الأشعه والانحناءات والتكشفات . ولتسجيل النشاط الشمسى تم الاتفاق على نظام دولى لمراقبة الشمس .

تؤثر الشمس على الأرض كذلك (← الظواهر الشمسيه الأرضيه) على سبيل المثال عن طريق تأثير ما ينبعث أثناء الإضطرابات من إشعاع فوق بنفسجى وكذلك تأثير الاشعاع الجسيمى على التأين فى الغلاف الجوى والمجال المغناطيسى الأرضى .

ترتبط الظواهر المختلفه للنشاط الشمسى إلى حد كبير ببعضها ، الشيء الذى نراه واضحا فى حدوث ظواهر مختلفه فى نفس الوقت . ومن هنا فإنه لا يبدو غريبا أن تسود لجميع الظواهر دوره قدرها ١١ سنة ، والتى نراها فى الكلف الشمسى . لهذا يحسن التحدث عن **دوره النشاط الشمسى** . ويرجع السبب فى نسبة الترنح فى شيوع ظواهر النشاط الشمس إلى الكلف الشمس لكون التغيير فى شيوع الأخير معروف بدرجة جيدة منذ وقت طويل . ويتغير المجال المغناطيس فى الكلف الشمس كل ٢٢ سنة ، بحيث تستمر دوره النشاط الشمسى فى الواقع لفترة ٢٢ سنة . وحتى الآن لا توجد نظريه مقنعه عن نشأة النشاط الشمسى بظواهره المختلفه ودورته . ويغلب الظن بأن يلعب المجال المغناطيسى دورا كبيرا ، وهو يرتبط بدوره بالأحداث تحت الفوتوسفير فى منطقة تيارات حمل الهيدروجين .

وأيضا من ناحية المكان فإن ظواهر النشاط

الشمسى المنفصله تبدو مرتبطه مع بعضها فى غالب الاحيان ، لدرجة أنها تنطلق من أو ترى فى نفس المكان المحدد من سطح الشمس . ويسمى مثل هذا المنبع المنطق **مركز نشاط** . وهو ينشأ فى مكان ما على سطح الشمس ويحدث له تطور ما تختلف شدته ثم يختفى بعد ذلك . يحتوى الحصر الآتى على التطور الزمنى النمطى لمركز نشاط قوى . ويلاحظ وجود إختلافات كبيره عن هذا الحصر ، إلا أنه يمكن الأكتفاء بهذا الحصر طالما أننا لا نعرف الظروف الفيزيائيه بطريقة أفضل .

اليوم الأول : ظهر على سطح الشمس مجال مغناطيسى .

اليوم الثانى : تحول المجال المغناطيسى إلى ثنائى القطب ، أى تطور ألى مجالين مغناطيسيين متجاورين متضادى القطبين ؛ كما ظهر مشعل شمسى صغير .

اليوم الثالث : إمتد المجال المغناطيسى إلى منطقة يزيد قطرها عن ٥٠٠٠٠ كم ؛ إزداد كل من حجم ولمعان المشاعل الشمسيه ، وظهرت فى المنطقة القريبه منها بقعه هى البقعه الرئيسيه أو القائده ، البقعه ـ P . وحول المشعل الشمسى تكون زغب شمسى قصير العمر . كما أن خطوط الكورونا شديده بعض الشىء .

اليوم السادس : ظهرت البقعه التى تتبع البقعة القائده ، أى التابعه التابعه أو البقعه ـ F ولكل من البقعه ـ P والبقعه ـ F مجال مغناطيس مضاد للآخر . وبين البقعتين نشأت بقعا صغيره ، كما ظهرت نتوءات كلفيه . وبين البقعتين الرئيستين أصبحت أولى الاضطرابات مرئيه .

اليوم الاثنى عشر : تظهر مناطق المشاعل أكثر لمعانا وتمتد إلى قطر قدره ١٥٠٠٠٠ كم . وتصل مجموعة ، البقع الشمسيه إلى أكبر قطر لها ؛ وتحدث النهاية العظمى لشدة وشيوع الإضطرابات بكل ما يصاحبها من ظواهر (إشعاع راديوى ، وإشعاع جسيمى ، ونتوءات إضطرابيه ، وزيادة فى شدة خطوط الكورونا) . كما تحدث تكثفات فى الكورونا الشمسيه .

بعد دوره شمسيه : يبلغ المجال المغناطيسى أقصى شده له ، ولا تزال منطقه المشاعل على نفس لمعانها ، إلا أنها أمتدت لأماكن أكبر . يبقى فقط من البقع الشمسيه البقعه ـ P . يتم تكوين نتوء شمسى فى حالة ساكنه يتجه من البقعه P إلى القطب . وصلت خطوط الكورونا إلى أقصى شدة لها . بعد ذلك تبدأ الإضطرابات فى النقصان .

بعد دورتين شمسيتين : ينخفض لمعان المشاعل كما تختفى كل البقع ويزداد الزغب ليشمل منطقه بطول ١٠٠٠٠٠ كم . وتبدأ خطوط الكورونا فى الضعف .

بعد ثلاث دورات شمسيه : تقل شدة المجال المغناطيسى ، وتتحلل المشاعل ، ويزداد طول النتوء أكثر .

بعد أربع دورات شمسيه : يستمر المجال المغناطيسى فى النقصان ويتوزع على مساحة أكبر وتتكسر النتوءات على جانبى خط الإستواء الشمس .

بعد ٦ دورات شمسيه ثم بعد ذلك : يزداد إنحلال المجال المغناطيسى ويصبح أحادى القطب وتتكون شعاعات الكورونا ويتحلل الزغب .

نشأة العناصر الكيماوية

elements synthesis
formation des élements *(sf)*
Elementenentstehung *(sf)*

إنظر أيضا ← شيوع العناصر فى الكون . لا يمكن القول بأى حال أن مسألة نشأة العناصر الكيماويه قد فرغ من حلها . وليس هذا ممكنا لأن كثيرا من القيم النوويه المطلوبه لنظرية نشأة العناصر لازالت غير معروفه . وهناك مجموعة من النظريات تنطلق من نشأة العناصر فى وقت قصير جدا خلال المرحلة المبكره للكون ، بحيث كان الجزء الرئيسى من

العناصر الكيماويه موجودا أثناء تكوين أول جيل من النجوم. والمعروف أن المرحلة الأولى للكون إختلفت كثيرا عن الحالة التى هو عليها الآن (← كسمولوجى). فبجانب تركيز كبير للكتله سادت درجة حراره عاليه جدا. وتحت هذه الظروف المتطرفه أمكن حدوث تفاعلات نوويه ـ على غرار ما يحدث الآن فى داخل النجوم ـ أدت إلى بناء عناصر ثقيلة من الماده الأصليه المتكونة فقط من بروتونات ونيوترونات وإليكترونات. وكنتيجة لتمدد الكون إنخفضت كل من الكثافة ودرجة الحراره بسرعه بحيث توقف نشوء العناصر. وتبعا لتلك النظريات إستغرقت عملية بناء العناصر من دقائق إلى ساعه على أقصى تقدير. وعن طريق هذه النظريات أمكن تفسير نسبة الهليوم الكبيره (← شيوع العناصر الكيماويه) التى تبلغ من ٢٠ إلى ٣٠٪ من وزن الكون. فى مقابل ذلك أمكن بدرجة أقل جوده توضيح نسبة العناصر الثقيلة التى تتطلب لبنائها من البروتونات والنيوترونات وقتا أطول مما كان متاحا أثناء التمدد فى الطور الأول للكون.

تفترض المجموعه الأخرى من النظريات أن نشأة العناصر الكيماويه عملية مستمره حتى الآن أيضا. وتنطلق هذه النظريات كجميع النظريات الكسمولوجيه من حالة بسيطه بقدر الإمكان تكونت منها الحاله الراهنه حسب القوانين الفيزيائيه المعروفه. وتبعا لذلك تكونت جميع العناصر بنسبها الحاليه خلال تفاعلات نوويه للهيدروجين، أخف العناصر وأسهلها تركيبا، وذلك فى زمن يبلغ بلايين السنين. ويؤيد فكرة الهيدروجين كعنصر إنطلاق أنه أكثر العناصر شيوعا فى جميع الأجسام الكونيه. وبناء العناصر الثقيله بالتتابع من خلال التفاعلات النوويه فى داخل النجوم جاء نتيجة لما يسود هناك من درجات حراره عاليه وكثافات كبيره. ويأتى فى مقدمة العمليات النوويه لبناء العناصر ما عرف منذ زمن طويل من إندماج نووى كمصدر من مصادر ← إنتاج الطاقه داخل النجوم. فمن الهيدروجين يتم بناء الهليوم فقط عن طريق اندماج ـ بروتون ـ بروتون وذلك فى المرحلة الأولى لبناء العناصر، حيث أن ما يلزم لحلقة C-N-o من كربون وأكسجين ونيتروجين لم يتم تكوينها بعد. ويبدأ تفاعل البروتون ـ بروتون فى درجة حرارة حوالى $١٠^{٧}$ درجه.

وعند حوالى $١٠^{٨}$ درجه تنشط عملية بناء البيريليوم $^{8}B_{e}$ والكربون ^{12}C والأكسيجين 16o والنيون $^{20}N_{e}$ من جسيمات ألفا، أى نويات الهليوم، على التوالى. وبإرتفاع درجة الحراره إلى $١٠^{٩}$ درجه يمكن أن تندمج جسيمات ألفا أخرى مع النوى المتكونه إلى أن يتكون التيتانيوم ^{48}Ti. ومن ٢×١٠^{٩} إلى ٤×١٠^{٩} درجه تنشط عمليات كثيره من البناء والتحطيم بجانب بعضها البعض مثل إندماج مع البروتونات وتحللها من نوى الذرات، الشئ الذى يؤدى إلى بناء العناصر حتى نصل إلى الحديد $^{56}t_{e}$. وطاقة الربط لكل لبنة من الحديد أكبر ما يمكن. وإرتفاع درجة الحراره أكثر من ذلك لا يؤدى إلى بناء عناصر أثقل وإنما على العكس من ذلك إلى تحطيم العناصر الثقيله أى إعادة بناء العناصر الخفيفه. يمكن تفسير «قمة الحديد» أى الشيوع الكبير للعناصر عند الحديد وما يماثله من العناصر الثقيله المجاوره فى منحنى ← شيوع العناصر الكيماويه على ضوء الثبات الكبير لنواة الحديد. كما يمكن توضيح النهاية الصغرى فى شيوع العناصر عند الليثيوم والبيريليوم والبورون بأن هذه العناصر قد إستهلكت فى عمليات البناء ولم تنشأ من جديد بكميات كافيه.

تؤدى الإندماجات النوويه التى درسناها حتى الآن إلى تكوين العناصر حتى الحديد. ولبناء العناصر الأثقل من ذلك توجد فى الغالب طرقا أخرى. لهذا الغرض نذكر عملية إقتناص نيوترون يزيد من الوزن الذرى بدون زيادة العدد الذرى. أى أنه يتم بهذا بناء نظائر أثقل للعنصر الواحد. والنوى التى تحتوى على

فائض كبير من النيوترونات غير مستقره بل إنها تتحلل عن طريق إشعاع جسيمات β (بيتا). بذلك يتحلل النيوترون فى النواه إلى بروتون ويزداد بذلك العدد الذرى ويتم إشعاع إليكترون سالب إلى الوسط الخارجى على شكل جسيمات بيتا. وفى حالة ثبات الوزن الذرى فإن العدد الذرى يزداد بإشعاع جسيمات β حتى نصل إلى نسبة من البروتونات والنيوترونات فى النواه تكون معها النواه مستقره. وبهذه الطريقه ينشأ نظير ثابت لعنصر جديد.

من الأهميه بمكان سرعة إقتناص النيوترونات بالنسبه لسرعة اشعاع جسيمات β وفى العاده يوجد عدد قليل من النيوترونات فى داخل النجم لعملية الإنتاج. ولهذا السبب نجد أن الزمن طويل جدا بين كل إلتحامين. وعلى ذلك فإن النواه يمكنها عن طريق إشعاع جسميات β الوصول إلى عنصر مستقر. وبهذه الطريقه البطيئه يمكن بناء جميع العناصر حتى البسموت 209_{Bi} فى حوالى $١٠^{٥}$ سنه. وهنا تنتهى العمليه لأن ما يتم بناءه بعد ذلك يتفكك إلى نوى

١ نشأة نويات العناصر الثقيلة خلال اقتناص النيوترونات Z عدد الشحنة، N عدد النيوترونات، $A = Z + N$ الوزن الذرى، وقد تم بصفة خاصة تميز العددين السحريين $N = ٥٠$، $N = ٨٢$. ويلاحظ أن اقتناص النيوترونات يسبب فى حركة موازية لمحور N (←) بينما تحلل بتيا يتسبب فى حركة على طول خط متسايات A (↖). ويقع حيز النوى المستقرة حول العمليات البطيئة.

الرصاص بسرعه. ويمكن تتبع خطوات بناء العناصر الثقيله من نويات العناصر الخفيفه على شكل P-N (الشكل)؛ حيث تم بعد كل عمليه تخطوها النواه رسم العدد الذرى مقابل عدد النيوترونات وبتوصيل النقط الناتجه نحصل على مسار التطور الذى تسلكه العمليه البطيئه فى شكل P-N الذى يحتوى القيم الثابته للبروتونات والنيوترونات.

يتم التطور بطريقة مخالفة لذلك تماما ـ **الطريقه السريعه** ـ فى حالة وجود منبع نيوترونات فياض. بذلك تكون الفتره الزمنيه بين كل إندماجين متتاليين للنيوترونات بالنواه قصيرا لدرجة إن النواه لاتجد الوقت للتحلل عن طريق إشعاع جسيمات β بغية الوصول إلى نواة مستقره. ولذلك نجد مسار التطور للتحول المتتالى من نواه خفيفه إلى نواه ثقيله فى شكل P-N خارج منطقة النوى المستقره فى حيز يتميز بوجود نوى لها فائض نيوترونات كبير. وبهذه العملية السريعه يمكن أن تنشأ عناصر أثقل وأثقل حتى الكاليفورنيوم ^{254}Kf غير المستقر عن طريق إقتناص النيوترونات. وعلى حسب مايفترض تحدث العملية السريعة أثناء إنفجار سوبر نوفا. وبعد نضوب المصادر الغزيره للنيوترونات تتحول النواه الناتجه إلى نواة مستقره من خلال أشعاعها لجسميات β ويقدر أن تتمكن سوبر نوفا من إنتاج عناصر ثقيله كافية لما يوجد فى $١٠^{٤}$ مره مثل كتله الشمس ويشابه فى تركيبه الكيماوى مع المجموعه الشمسيه. ويبدو ذلك متمشيا مع ماحدث من إنفجارات بالنسبه للكتله الكليه للطريق اللبنى. ولايتم بناء العناصر بنفس السرعه فى جميع أجزاء «مسار التطور»؛ فهناك نوى معينه تقتنص النيوترونات بصعوبه. وهذه هى ذوات «الأعداد السحريه» من النيوترونات ٥٠، ٨٢، ١٢٦ التى إمتلأت فيها بالضبط كل قشرة نيوترونات. وفى هذه الأحوال يتوفر الوقت بين كل إقتناصين متتاليين للنيوترونات أكثر مما فى المناطق الأخرى، وعلى ذلك فإن سرعة نمو هذه النظائر صغير. ويمكن

تمثيل ذلك كما لو كانت النواه فى سيرها بشكل P-n تقابل فتحات ضيقه تجعلها تُختزن أمامها . لهذا نجد بصورة خاصه نظائر كثيره لها هذه الأعداد السحريه من النيوترونات . وبهذه الطريقه تنشأ نوى كثيره ذات الأعداد السحرية ٥٠ ، ٨٢ ، ١٢٦ من النيوترونات أى ذات الأوزان الذريه ٩٠ ، ١٣٩ ، ٢٠٨ تقريبا . وعن هذه تنتج القمم فى شكل شيوع العناصر . ومن نتائج العمليه السريعة يمكن أن تنشأ نظائر كثيره حتى الأوزان الذرية ٨٠ ، ١٣٠ ، ١٩٤ فقط بالتقريب ، وذلك إلى أن ينضب معين النيوترونات . وعند هذه الأعداد توجد أيضا قمم فى شكل شيوع العناصر.

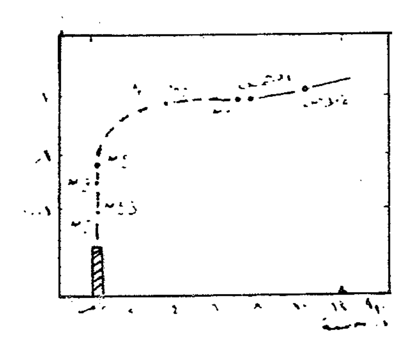
لإنتاج العناصر الخفيفة النادرة نسبيا مثل الليثيوم والبيريليوم والبورون التى ، كما ذكرنا ، لاتبقى فى داخل النجوم يمكن أن تكون هناك عملية أخرى فى غلاف النجوم البارده نسبيا . يدل على ذلك ما شوهد من كثرة شيوع الليثوم عن العادى فى أغلفة بعض النجوم . ومن المحتمل أن تحصل اللبنات هنا على طاقة من خلال المجال المغناطيسى الذى يسرعها بدرجة كبيرة بحيث تزداد طاقة حركتها حتى تبدأ فى التفاعل النووى .

إذا كانت العناصر الموجوده فى ماده مابين النجوم ـ بإستثناء الهيدروجين ـ قد نشأت فى داخل النجوم ، فلا بد أن هذه العناصر قد إنتقلت أولا إلى أغلفة النجوم ثم أعطيت بعدها لمادة مابين النجوم . وحسب الأفكار النظرية فإن إنتقال مادة كثيره من داخل النجم إلى غلافه بحيث يحدث خلط سريع لمادة النجم هو أمر غير متوقع . لكن إكتشاف وجود التكنيكوم(T_c) غير المستقر وذى متوسط العمر ٢×١٠^٥ سنه فى أغلفه نجوم ـ S يجعل إنتقال هذا العنصر من داخل النجم ـ وهو مكان حدوث العملية البطيئة ـ إلى غلافة الجوى لايتعدى ٢×١٠^٥ سنة . أما حدوث العملية البطيئة فى داخل النجم فيستدل عليه من شيوع النظائر ذات الأوزان الذريه ٩٠ ، ١٣٩ ، ٢٠٨ (انظر قبله) . ويتم إنتقال مادة النجم

النجوم الساخنة ذات الكتلة العالية (← الغلاف الجوى النجمى) أو على شكل دفعات كما فى حاله إنفجار النوفا . كما أن إنفجار سوبر نوفا لا يقذف فقط بغلاف النجم وإنما يجزء قيم من النجم نفسه إلى الخارج . وتزويد مادة ما بين النجوم بالعناصر الثقيلة على أكثر إحتمال مصدره إنفجارات السوبر نوفا .

يمكن القول بأن النظريه التى شرحناها لنشأة العناصر تفسر التوزيع المشاهد للعناصر الثقيله بصورة جيدة ، ألا أنها تعطى للهليوم قيما أقل بكثير مما تأتى به الأرصاد . لهذا السبب فإن العناصر الكيماويه يتم إفتراضها حاليا على مرحلتين منفصلتين وغير معتمدتين على بعضها البعض : المرحلة الأولى تقتصر على الفترةالزمنية المبكرة أثناء تمدد الكون ، وفيها تكون جزء كبير من الهليوم . أما المرحلة الثانية فلا تزال مستمرة حتى الآن وهى عمليه مشتركة مع إنتاج الطاقة فى داخل النجوم و ← تطور النجوم وذلك بدرجة وثيقة . وفى هذه العمليه يتم أساسا بناء العناصر أو النظائر الثقيلة . وهذا التطور هو نسيج من النظريتين السابقتين .

يمكن تصور « التطور الكيماوى » لسكة التبانه كما يلى : أولا كانت هناك كتله غازيه غير محدودة الشكل



٢ التغيير الزمنى لشيوع العناصر الثقيلة فى مجرة سكة التبانة التى يقدر عمرها بحوالى ١٢ بليون عام . ويعطى الشكل النسبة المرصودة للحديد الى الهيدروجين فى بضع حشود نجومية (منسوباً الى القيم الشمسية) . وتميز المنطقة المظللة الفترة الزمنية التى نشأت فيها جمهرة الهالة ، أى الأجسام مثل الحشود الكروية M5, M53, M2 .

مكونة اساسا من الهيدروجين وما تكون فى مرحلة الكون المبكرة من هليوم . من هذه الكتلة الغازية تكونت أولى نجوم الهالة (الجمهرة الثانية) . وكبير الكتل من هذه النجوم صنع تطورا سريعا تم معه بناء عناصر أكثر وأكثر ثم أعطيت لمادة ما بين النجوم . وهذا الإثراء لمادة ما بين النجوم بالمادة يلاحظ أيضا حاليا وبصورة أوضح للنجوم كبيرة الكتله . وقد تكونت نجوم الجمهرة الأولى كنجوم مرحلة لاحقة ، أى متأخرا جدا بعد نجوم الهالة وذلك من مادة ما بين النجوم بعد أن إزدادت فيها نسبة العناصر الثقيلة . ونجوم الجيل الثانى هذه كان لها وقت نشأتها التركيب الكيماوى الذى يوجد الآن فى غلافها وكذلك فى مادة ما بين النجوم . وفى حالة النجوم صغيرة الكتلة من الجمهرة الثانية سار تطور النجوم وبالتالى نشأة العناصر أكثر بطئا . لذلك نجد هذه النجوم بمحتواها من العناصر الثقيلة القليل نسبيا كمثال ← لشيوع العناصر الكونى فى حقبة سابقة عن المرحلة الثانية لنشأة العناصر .

نشأة النجوم

star formation
création des étoiles *(sf)*
Sternentstehung *(sf)*

← الكسموجونى .

نصف الظل

penumbra
pénambre *(sf)*
Halbschatten *(sm)*

هو النقطة التى لا يصل فيها ضوء المنبع الضوئى جزئيا . وعلى خلاف ← **الظـل التام يوجد أيضا** نصف ظل القمر أو الأرض أثناء ← الكسوف أو ← الخسوف .

نصف قطر جرم سماوى

radius of a heavenly body
rayon du corps céleste *(sm)*
Radius eines Himmelskörpers *(sm)*

انظر ← قطر جرم سماوى .

نصف القطر الأكبر

semimajor axis
demi - grand axe *(sm)*
grösse Halbachse *(sf)*

هو نصف المحور الأكبر فى قطع ناقص . وفى حالة المدارات البيضاويه للأجسام السماوية هو عبارة عن نصف البعد بين نقطتى الأوج والحضيض .
ونصف القطر الأكبر هو أحد ← عناصر المدار .

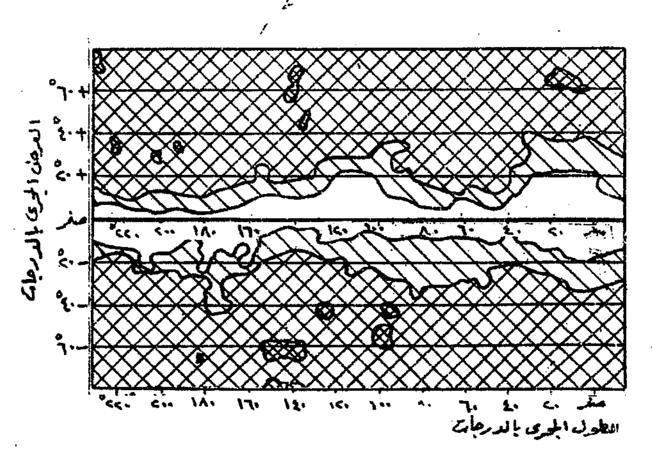
النطاق الخالى من السدم

zone of avoidence
zone d'absence *(sf)*
Nebelfreizone *(sf)*

هو حزام مختلف العرض يمتد بطول خط إستواء المجرة ولا ترى فية آية مجموعات نجومية خارجيه (سدم خارجية) أو على الأقل لا ترى إلا فى مناطق صغيرة ومنعزله . ويتصل بالنطاق الخالى من السدم من ناحيته فى إتجاه العروض المجرية الأعلى على الجانبين **النطاق الفقير بالسدم** . وفى هذا النطاق يقل عدد المجموعات النجومية المرصودة فى وحدة المساحة كثيرا عما هو علية عند أقطاب المجرة . والسبب فى إختفاء الأجسام الخارجية فى النطاق الخالى من السدم يأتى بفعل إمتصاص الضوء بواسطة مادة ما بين النجوم الترابية ، التى تتجمع فى طبقة رقيقة حول مستوى المجرة وتمتص ضوء المجموعات النجومية الخارجية الموجودة خلفها بالنسبة لنا على الأرض . وتأثير الإخفاء كبير لدرجة أنه بالنظر من المجموعة الشمسية ، الموجودة فى وسط هذه الطبقة فى إتجاة مستوى المجرة فإننا لا نرى أى مجموعة نجومية خارجية أما فى اتجاه العروض المجرية الأعلى فإن شعاع الضوء يقطع طريقا أقصر فى مناطق

مستوى المجرة
الشمس

١ رسم تخطيطى لمادة ما بين النجوم بالقرب من مستوى المجرة . ويشير السهم الى اتجاه الرؤية من الشمس فى مستوى المجرة وفى العروض المختلفة .



٢ المناطق الخالية من السدم والمناطق الفقيرة بالسدم . وكثافة التظليل دليل على كثافة المجموعات النجومية (السدم) فى وحدة المساحة .

الإمتصاص الكبير ، بحيث أن اللمعان الظاهرى للمجموعات النجومية لا يكاد يضعف . ولما كانت مادة ما بين النجوم ذات أشكال سحابية ، فإن النطاق الخالى من السدم ليس مستوى الحدود ، بل إن فرادى السحب الداكنه تصنع خلجان كثيره . ويلفت النظر إتساع النطاق الخالى من السدم فى إتجاه مركز المجره (الطول المجرى صفر) وكذلك فى إتجاه كوكبة قيفاوس (الطول المجرى ١١٥°) . علاوة على ذلك يلاحظ ووجود خلجان على الناحية الجنوبيه من العروض المجرية فى برج الثور وكوكبة الجبار عند الأطوال المجرية ١٦٠° ، ١٨٠° ، ٢١٠° .

النظائر

isotopes
isotopes *(pm)*
Isotope *(pn)*

هى الذرات ذات الكتل المختلفة للعنصر الكيماوى الواحد ؛ ولها فى النواه نفس عدد البروتونات ولكن عددا من النيوترونات مختلف وبالتالى ينتج وزنا ذريا مختلفا أيضا . وهناك نظائر مستقره وأخرى غير مستقرة ، أى مشعة . ولما كان عدد الاليكترونات هو نفسه فى هالة الذره فأن للنظائر نفس التفاعلات الكيماوية تقريبا (← تركيب الذرة) .

نظام الإحداثيات الأساسى (الثابت)

Inertialsystem

هو نظام إحداثيات ينطبق فيه قانون جاليلى لكمية الحركة . وتبعا لذلك فإن أى جسم ليس خاضعا لآية قوى بالنسبة لنظام الإحداثيات الأساسى يكون فى حالة هدوء أو حالة حركة منتظمه . وأى نظام آخر له سرعة خطيه بالنسبه لنظام الإحداثيات الثابت هو بالطبع أيضا نظام ثابت . بخلاف هذا لا يوجد نظام إحداثيات ثابت مقابلا لحركة دورانيه أو نظام دوَّار .

نظام - UBV

UBV - system
système UBV *(sm)*
UBV System *(sn)*

← الفوتومترى ، ← معامل اللون .

نظام - MKK-, MK

MK, MMK system
système MK, MKK *(sm)*
MK, MKK System *(sn)*

هو نظام لتقسيم النجوم ، يتم فيه ذلك على حسب النوع الطيفى و ← نوع قوة الإشعاع .

النظام البروجى

ecliptic system
système ecliptique *(sm)*
Ekliptiksystem *(sn)*

هو نظام ← إحداثيات فلكى .

نظام (مجموعة) تداخل

Interferenzsystem

هو إحدى آلات ← الفلك الراديوى .

نظام الكون

cosmos, Univers
cosmos *(sm)*, **univers** *(sm)*
Kosmos *(sm)*, **Weltbild** *(sn)*

١ - فى المعنى العام عباره عن فكره متكامله عن ← تركيب الكون أى العالم ككل . وقد حاول الإنسان تكوين أفكار عن نظام معين للكون من قديم الزمان . ففى أقدم هذه الأفكار توجد الأرض فى منتصف العالم . وقد تخيل الإنسان ، على سبيل